Vorträge.

Physiologische Bemerkungen über die Arteriae coronariae cordis.

Von dem w. M. **Prof. E. Brücke.**

Bekanntlich entspringen bei den Menschen, Säugethieren und Vögeln die Kranzschlagadern des Herzens im Bereiche der *Sinus Valsalvae.* Der Eingang in dieselben ist desshalb während der Zusammenziehung der Kammern geschlossen und wird erst nach Beendigung derselben eröffnet. Es ist also klar, dass an demselben nicht die ganze Triebkraft des linken Herzens wirksam ist, sondern nur der Theil derselben, welcher während der Kammersystole zur Ausdehnung der Schlagaderstämme verbraucht, das heisst in Spannkraft umgesetzt wird, um während der Diastole durch die Elasticität der Arterienwände wieder zu lebendiger Kraft regenerirt zu werden. Nichts desto weniger wirkt auch während der Systole auf das Blut in den Kranzschlagadern, abgesehen von der Elasticität ihrer Wände, eine Triebkraft, indem der Herzmuskel selbst ihre tiefen Äste sammt den Capillaren zusammendrückt und das Blut in der Richtung gegen die Venen hin fortschiebt und in diesen selbst durch den auf ihre tiefen Äste ausgeübten Druck weiter treibt.

Der Nutzen, den die Verschliessung der Kranzschlagadern während der Systole hat, ist einleuchtend. Würden sie offen stehen, so würde das in sie einströmende Blut durch den Druck, den es auf die Wandungen ausübt, der Herzcontraction einen Widerstand entgegensetzen, der einen unnützen Kraftverbrauch bedingte. Zugleich würde der Druck auf die dünnen Kranzschlagader-Wände sich gegen das Ende der Systole unverhältnissmässig steigern. Er würde dem in der Aortenwurzel nahezu gleich werden, da die Capillaren durch die Contraction des Herzmuskels bis zum Verschwinden ihres Lumens zusammengedrückt werden und so der bei weitem grösste Theil ihres Stromgebietes, nämlich der in den Wänden der Ventrikel und ihrem Septum liegende, temporär verschlossen wird.

Andererseits ist es klar, dass das nach beendigter Systole in die Herzgefässe eintretende Blut dieselben und mit ihnen die Herzwände

ausznudehnen strebt. Diese Wirkung wird gering sein in den dünnen, nur von schwachen Ästen versehenen Vorhofswänden, aber beträchtlicher in den Kammerwänden, so dass diese von dem Augenblicke an, wo sie erschlaffen und somit die Semilunarklappen zufallen, durch das einströmende Blut allmählich wieder in die diastolische Gestalt zurückgeführt werden. Da sie hierbei nothwendig Blut aus den Vorhöfen aufnehmen müssen, so mag hier der Ort sein diesen Vorgang in seinen einzelnen Momenten näher zu erörtern.

Stellen wir uns zuerst der Einfachheit wegen den Herzbeutel als starr und unnachgiebig vor, so wird das in ihm eingeschlossene Blutvolum immer eine constante Grösse haben. In demselben Masse also, in welchem bei der Herzsystole das Blut durch Körper- und Lungenschlagadern ausgetrieben wird, in demselben Masse muss Blut aus Hohl- und Lungenvenen in die Vorhöfe nachströmen. Die Triebkraft des Blutes in dem Venensysteme braucht dann nur so gross zu sein, dass sich seine Stämme noch mit der hinreichenden Menge Blut anfüllen; dasselbe wird, sobald sich der Ventrikel zusammenzieht, in den Vorhof einströmen.

Was geschieht nun, nachdem der entleerte Ventrikel wieder erschlafft? Bei den kaltblütigen Wirbelthieren beginnt hier sogleich die Systole der grossen Venenstämme und der Vorhöfe, die Klappen zwischen beiden schliessen sich und der Ventrikel wird durch das einströmende Blut wieder ausgedehnt. Anders verhält es sich bei den warmblütigen Wirbelthieren. Hier liegt ganz entschieden zwischen dem Ende der Kammersystole und dem Beginne der Vorhofsystole eine Pause. Eben so gewiss ist es, dass während dieser Pause der Blutgehalt der Ventrikel fortwährend zunimmt, bis endlich die Zusammenziehung der Vorhöfe ihre Anfüllung vollendet und unmittelbar in die Kammersystole übergeht. Bei der vorhin gemachten und später einzuschränkenden Annahme, dass die Blutmenge des gesammten Herzens sich während der Herzpause nicht ändere, kann man die Anfüllung der Kammern begreiflicher Weise nicht aus der Stromkraft des Venenblutes ableiten. Lassen wir also diese vorläufig unberücksichtiget, welche Kräfte bleiben uns übrig, um den Übertritt des Blutes in die Ventrikel zu vermitteln? Unter solchen ist in erster Reihe die Elasticität des letzteren genannt worden. Man stellt sich vor, dass das Herz, nachdem es sich bis zum Verschwinden seiner Höhlen contrahirt hat, sich vermöge der Elasticität seiner Muskel-

substanz wieder ausdehne, so dass dadurch die Höhlen wieder hergestellt worden. Allerdings finden sich im Herzen des Cadavers in der Regel beträchtliche Höhlen und wenn man die Atrien und die grossen Arterienstämme abschneidet und dann das Herz in der Hand zusammendrückt, so findet man, dass es derselben einen beträchtlichen Widerstand entgegensetzt um die Lumina seiner Höhlen zu bewahren und dieselben, wenn der Druck nachlässt, vermöge seiner Elasticität wieder herstellt. Die elastischen Eigenschaften des todten Muskels sind aber wesentlich verschieden von denen des lebenden erschlafften, da in ihm der Faserstoff geronnen ist [1]).

Es gibt freilich Physiologen, welche heute noch der Meinung sind, dass er auch in den lebenden Muskeln geronnen sei, aber sie haben sich schwerlich klar gemacht, wie ein solcher Muskel es anfangen sollte sich zusammenzuziehen. Der todtenstarre Muskel hat seine bestimmte Gestalt, in der seine Theile gegen einander im Gleichgewicht sind. Dieser seiner Gleichgewichts-Figur strebt er unter allen Umständen zu, welches auch die Richtung sei, in der man seine Theile aus ihrer Lage zu bringen sucht. Die Gleichgewichts-Figur, der der lebende Muskel zustrebt, wechselt aber mit seinem Erregungszustande. Eduard Weber's Ausspruch, dass der lebende Muskel in allen seinen Erregungszuständen sich wie ein elastischer Körper verhalte, ist offenbar missverstanden worden. Wenn man den lebenden erschlafften Muskel in der Richtung seiner Fasern auszudehnen sucht, so stösst man allerdings auf einen mit der erzielten Verlängerung rasch wachsenden Widerstand, derselbe ist aber sehr gering, wenn die auf den Muskel wirkende Kraft nicht auf Verlängerung der Fasern, sondern auf Biegung derselben hinzielt, desshalb stehen in dem lebenden ausgeschnittenen Herzen die Ventrikel nicht in derselben Weise offen wie im todten, sondern namentlich die dünnen Wände des rechten Ventrikels fallen während der Diastole den Gesetzen der Schwere folgend vollständig zusammen, wie dies Jedem bekannt sein muss, der an leeren ausgeschnittenen Herzen experimentirt hat. Da also hier die Kraft, mit der die Wände in die diastolische Lage zurückstreben, schon durch die Schwere der Muskelsubstanz überwunden wird, so ist sie sicher so gering, dass wir ihr in der Ökonomie der

---

[1]) E. Brücke, über die Ursache der Todtenstarre. Müller's Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin 1842, S. 990.

Herzthätigkeit nur einen sehr untergeordneten Rang zuweisen können.

Mehr Berücksichtigung verdient die veränderte Spannung der Arterien und Venen, an welchen das Herz aufgehängt ist. Bei den Fluss-Schildkröten, die eine sehr grosse serumreiche Herzbeutelhöhle haben, ist die Herzspitze oder vielmehr der Theil, der der Herzspitze des Menschen entspricht, durch ein eigenes Band am Grunde des Herzbeutels angeheftet; dies ist beim Menschen nicht der Fall, aber man kann doch seine Herzspitze nicht als ganz frei beweglich betrachten. Der engumschliessende, an seine Umgebungen befestigte Herzbeutel muss bei der geringen Menge von *Liquor pericardii*, welche er enthält, die Bewegungen der Herzspitze im hohen Grade beschränken, so dass bei der Verkürzung der Ventrikel durch die Systole die Ostien gegen die Herzspitze herabsteigen [1]), was erleich-

---

[1]) Ich kenne keinen Weg, um mich mit Sicherheit zu überzeugen, wie sich beim Menschen die einzelnen Theile des Herzens hinter der Brustwand verschieben. Beim Kaninchen aber habe ich durch Versuche an zehn verschiedenen Thieren Folgendes erfahren. Sticht man eine Nähnadel, die man mit einem Siegellackköpfchen versehen hat, durch die Thoraxwand in den oberen Theil des Herzens, so bewegt sich das Knöpfchen bei der Kammersystole, abgesehen von seitlichen Abweichungen, die davon abhängen, ob man den rechten oder linken Ventrikel oder das Septum trifft, gegen den Kopf des Thieres hin, sticht man dagegen die Nadel in die Herzspitze, so bewegt sich das Knöpfchen bei der Kammersystole gegen das Fussende des Thieres hin, aber in viel kleinerer Amplitude, meist mit so kleinen zitternden Bewegungen, dass es schwer ist, die Richtung zu unterscheiden. Steckt man bei einem ausgewachsenen Kaninchen fünf Nadeln in die fünf oberen Zwischenrippenräume hart am linken Rande des Brustbeines und hart über dem Knorpel der den Zwischenrippenraum nach unten begrenzenden Rippe, so bewegt sich das Knöpfchen der untersten Nadel bei der Kammersystole nach abwärts, alle übrigen nach aufwärts, und zwar die untersten von ihnen am schwächsten, diejenige, welche der Wurzel der Lungenschlagader am nächsten ist, am stärksten; gewöhnlich ist dies die zweite von oben, bisweilen aber auch die oberste. Unter dem Knorpel der linken fünften Rippe liegt also das Stück des linken Ventrikels, welches bei den verschiedenen Phasen der Herzcontraction weder nach aufwärts noch nach abwärts bewegt wird. Untersucht man die Stellen, wo die Nadeln eingedrungen sind, so findet man die Spitze der obersten in der *Art. pulmonalis*, die der zweiten meist im oberen Theile des rechten Ventrikels, selten im linken, die dritte und vierte im linken Ventrikel nahe dem Septum oder im Septum selbst, die der fünften in der Herzspitze. Diese letzte Nadel verfehlt aber leicht ihr Ziel und dringt unmittelbar unter der Herzspitze zwischen ihr und dem Diaphragma ein; offenbar geschieht dies, wenn sich im Augenblicke des Einstechens die Kammer in der Systole befindet, und die Herzspitze somit ein wenig gehoben ist. Diese Erscheinungen stimmen durchaus mit dem überein, was man nach den im Text angestellten Betrachtungen erwarten musste. Lässt man das Thier

tert wird dadurch, dass einerseits die Aorta und *Art. pulmonalis* durch das einströmende Blut verlängert werden, andererseits Blut durch die Hohl- und Lungenvenen in die Vorhöfe nachfliesst. Sobald nun aber die Systole beendigt ist, beginnen Aorta und Lungenarterie sich vermöge ihrer Elasticität wieder zu verkürzen und da nichts mehr den Übertritt des Blutes aus den Vorhöfen in die Ventrikel hindert, so ist es natürlich, dass die Ostien wieder gehoben werden. Man kann eigentlich nicht sagen, dass das Blut in die Ventikel ergossen werde, da die Ortsveränderung desselben nur gering ist; man drückt sich richtiger aus, wenn man sagt, die Ventrikel werden über das Blut hinübergezogen. Bei dieser Bewegung nun leistet der Druck des in die Kranzschlagadern einströmenden Blutes eine wesentliche Hülfe, indem er die Herzwände nach allen Seiten hin gleichmässig auszudehnen sucht. Man kann sich die Energie derselben leicht veranschaulichen, wenn man an ein dickes, unten mit einem Hahne, oben mit einem Trichter versehenes Glasrohr von hinreichender Länge ein Herz mit der Aorta anbindet, nachdem man den rechten Vorhof und die Mündung der Kranzvene gespalten hat, damit das Wasser, welches man in die Röhre giesst, durch die Kranzgefässe frei abfliessen kann, ohne den rechten Ventrikel anzufüllen. Befestigt man nun die Röhre in senkrechter Stellung, so dass das Herz frei an derselben hängt, und giesst durch den Trichter Wasser hinein, das die Aortenklappen verschliesst und in die Kranzschlagadern einströmt, so bemerkt man bald, wie die Herzwände sich prall ausspannen, so dass der rechte Ventrikel, dessen Inneres man sich durch Spalten und Umkrämpen seines Vorhofs zugänglich gemacht hat, eine weite, offene leere Höhle darbietet.

Es findet also hier ein harmonisches Zusammenwirken mehrerer Kräfte Statt, um die Anfüllung des Ventrikels während der Herzpause beginnen, wenn auch nicht vollenden zu lassen; will man aber

---

während des Versuchs verbluten, so richten sich die Köpfe aller Nadeln schief nach unten, d. h. wegen der nachlassenden Spannung der grossen Gefässe rücken alle Theile des Herzens nach oben. Bei diesen Versuchen hat man auch oft Gelegenheit den Einfluss stärkerer Athembewegungen auf die Lage des Herzens zu beobachten, indem sich bei einigermassen tiefen Inspirationen durch das Herabtreten des Zwerchfells und des auf demselben ruhenden Herzens die Köpfe der in demselben steckenden Nadeln nach dem Kopfende hin bewegen, so dass ihnen eine doppelte Bewegung zukommt, indem die eine von der Herzcontraction, die andere von den Athembewegungen abhängt.

dieselben vollständig erörtern, so muss man noch einen anderen Punkt berücksichtigen.

Wir haben uns im Eingange der grösseren Einfachheit wegen den Herzbeutel starr und unnachgiebig vorgestellt, er ist aber dies keineswegs, sondern seine Bewegungen sind durch seine Befestigung an die benachbarten Theile nur bis zu einem gewissen Grade beschränkt. Er wird desshalb durch die Ventricularsystole nicht nur aus der Lage gebracht, die er während der Vorhofsystole annahm, sondern auch von der Gleichgewichts-Lage entfernt, welcher es während der Herzpause zustrebt. Sobald also die Ventricularsystole, deren Wirkung man sogar von aussen an dem fünften Intercostalraume und bisweilen selbst an der ganzen linken Seite des Thorax und am *Scrobiculum cordis* wahrnimmt, nachlässt, wird er vermöge seiner Elasticität und der der Theile, an denen er befestigt ist, wiederum gegen jene Gleichgewichts-Lage zurückweichen, so wie früher die Herzwände auf ihn wirkten nun in entgegengesetzter Richtung auf die Herzwände wirken, und so den Übertritt des Blutes aus den Vorhöfen in die Ventrikel erleichtern.

Auf dem Widerstande, welchen der Herzbeutel bei der Kammersystole leistet, beruht auch die sogenannte Herzaspiration, welche neuerlich wieder von Weyrich [1]) unter Bidder's Leitung einer experimentellen Untersuchung unterworfen worden ist, und die man fälschlich einer eigenen Expansion der Vorhöfe zugeschrieben hat, die man theils aus der Contracticität, theils ebenso unrichtig aus der Elasticität ihrer Wände ableitete.

Die vorläufige Annahme, dass der Herzbeutel starr und unnachgiebig sei, schloss ferner die Folgerung ein, dass während der verschiedenen Phasen der Herzcontraction immer gleich viel Blut in Herz und Vorhöfen zusammengenommen enthalten sei. Auch dies ist in Wirklichkeit nicht der Fall, indem bei dem Nachgeben des Herzbeutels das Blut durch Körper- und Lungenvenen nicht so rasch nachfliesst, als es durch die gleichnamigen Arterien ausgetrieben wird.

Am Ende der Kammersystole hat also die Blutmenge des gesammten Herzens ihr Minimum erreicht, und wächst von da ab bis zum Beginn der Vorhofsystole; während derselben ist sie bei den Thieren, welche schliessende Klappen am Eingange der Vorhöfe

---

[1]) De aspiratione cordis experimenta Diss. inaug. Dorp. 1833.

haben [1]), stationär, und auch beim Menschen, wo dergleichen Klappen nicht vorhanden sind, findet im normalen Zustande sicher keine Zurückstauung des Blutes Statt, indem die Contraction an den Venen beginnt und sich in Form einer Welle auf die Vorhöfe fortsetzt, und das Blut bei seinem Übertritte aus dem Vorhofe in den Ventrikel bei dessen erschlafften Wänden und weitem *Ostium venosum* gar keinen Widerstand findet, da das fortdauernd in die Kranzschlagadern einströmende Blut die erschlafften Kammern auf das Maximum ihrer Capacität auszudehnen sucht, während seine Wirkung in den schwächeren Ästen der dünnwandigen Vorhöfe von der Musculatur derselben leicht überwunden wird, wozu offenbar die *Musculi pectinati* eine nicht unwesentliche Einrichtung sind.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass das während der Diastole in die Kranzschlagadern einströmende Blut auch auf die Papillarmuskeln wirkt, sie verlängert und aufrichtet und ihnen so die Lage gibt, welche sie haben müssen, damit die Atrioventricularklappen beim Übergang der Vorhofsystole in die Kammersystole pünktlich und sicher schliessen; aber ich habe hierüber keine directen Erfahrungen machen können, da die Papillarmuskeln an todten Herzen zu starr sind.

Bei den Amphibien, die bekanntlich keine Herzpause haben, entsprang die Kranzschlagader, da wo ich sie selbst untersuchte, in einem Falle auch aus einem *Sinus Valsalvae,* nämlich bei *Psammossaurus griseus*, wo sie aus dem rechten *Sinus Valsalvae* der rechten Aorta entspringt und sich gleich darauf in zwei Äste theilt, von denen der eine die Wurzel der grossen Gefässe nach vorne zu umkreist, während der andere sie nach hinten zu so eng umschliesst, dass er fast in ihrer Wand zu verlaufen scheint. In anderen Fällen, nämlich bei *Coluber Aesculapii, Tropidonotus natrix* und *Emys Europaea,* entspringt sie oberhalb der *Sinus Valsalvae,* aber sie durchbohrt die Aortenwand in so schiefer Richtung von oben nach unten, dass ihr Eingang ohne Zweifel durch den Beginn der Kammersystole ventilartig verschlossen wird, so dass das erste weniger sauerstoffreiche Blut an ihr vorübergleitet und sie mit dem sauerstoffreicheren gespeist wird, was, wie

---

[1]) Vergl. meine Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Physiologie des Gefässsystems in den Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Band III, Seite 335.

ich in meinen oben citirten Beiträgen zur vergleichenden Anatomie und Physiologie des Gefäss-Systems gezeigt habe, zuletzt ausgetrieben wird. Denn es ist leicht einzusehen, dass das Herz bei der vielen Arbeit, welche es leistet, und wegen des damit verbundenen raschen Stoffwechsels ein sauerstoffreiches Blut nöthig hat, wie denn auch die Kranzschlagader, soviel mir bekannt ist, bei keinem beschuppten Amphibium aus einem andern Gefäss-Stamme, als aus der rechten Aorta hervorgeht.

Über ein neues Vorkommen von Zirkoniumoxyd.

Von dem w. M. **Prof. A. Schrötter.**

(Vorgelegt in der Sitzung vom 2. November 1854.)

Das Zirkonium gehört, obwohl man es ausser im *Hyazinthe (Zirkon,* der*)* noch in mehreren anderen Mineralien, wie im *Eudialith, Oerstedtit, Malakon, Zeagonit, Ostranit* u. m. a. gefunden hat, immer noch zu den seltenen und wenig untersuchten Stoffen. Ja es ist, den leider noch nicht beendigten Versuchen von Svanberg zufolge, möglich, dass das, was man bisher für Zirkoniumoxyd *(Zirkon,* das*)* hielt, ein Gemenge verschiedener noch nicht vollständig getrennter Oxyde ist. Unter diesen Umständen dürfte die Auffindung von Zirkoniumoxyd in einem längst bekannten und in grosser Menge vorkommenden Minerale, wenigstens für die Wissenschaft nicht ohne Interesse sein.

Bekanntlich findet sich auf der Sau-Alpe in Kärnten in einer Höhe von etwa 6000 Fuss ein Mineral, das nach dem um die Kunde des Vaterlandes verdienten Baron Zois den Namen *Zoisit* erhielt. Nach einer Mittheilung, welche ich der Güte des Herrn Franz von Rosthorn verdanke, kommt der Zoisit in linsenförmigen Ausscheidungen lagerartig in Eklogit vor, der ein von Ost nach West streichendes Lager in Gneus bildet. Die Stelle wo der Zoisit gebrochen wird, liegt an der westlichen Abdachung der Sau-Alpe und in der Nähe einer Quelle, dem Kupplerbrunnen, unweit einer Felsengruppe, der grosse Sau-Ofen genannt.